

Analisa Perubahan Garis Pantai Salobar Akibat Gelombang Dan Alternatif Penanganannya Di Negeri Soahoku Kecamatan Amahai Kabupaten Maluku Tengah

N Retraubun¹, Ch. Joseph², M. F. Telussa³

*^{1,2,3}Staf Pengajar Universitas Kristen Indonesia Maluku, Jalan OT Pattimaipauw Talake - Ambon
Gmail : Nikolasretraubun@gmail.com , josephinchristin@gmail.com , mayatelussa@yahoo.com*

Abstract

Salobar Beach, located in Soahuku State, Amahai District, Central Maluku Regency, is one of the beaches with the most obvious damage due to changes in coastline. There are conditions where the land near the coast turns into a cliff due to erosion and this condition leads to landslides especially when it rains. In fact, these conditions have a bad impact on public facilities owned by the community. This study aims to analyze the height, length and depth of the breaking waves, the amount of shoreline change that occurs and what alternatives are appropriate for the beach. This research begins with a survey of the research location, literature study, then measures the coastline of tidal data and wind data collection. From these data, an analysis was carried out to answer the objectives of this study. Based on the results of data analysis, it is obtained that the height of the breaking wave in the south direction (Hb) = 4.09 m, the southwest direction (Hb) = 1.546 m, the wavelength of the south direction (Lb) = 0.560 m, the wavelength from the southwest (Lb) = 0.539 m and the depth of the southward breaking wave (db) = 3.629 m, for the southwest (db) = 1.144. Changes in shoreline that occurred on Salobar beach in 10 years caused erosion of -14.76 m at the 4th level. Alternative treatments that can be used are seawall buildings and natural stones.

Keywords: Wave, Beach, alternative

1. PENDAHULUAN

Banyak pantai yang mengalami perubahan salah satunya adalah pantai Salobar di Negeri Soahoku. Pantai Salobar yang terletak di Negeri Soahuku Kecamatan Amahai Kabupaten Maluku Tengah merupakan salah satu pantai yang paling terlihat jelas kerusakan akibat terjadinya perubahan garis pantai. Ada kondisi dimana daratan yang berada didekat pantai berubah menjadi tebing diakibatkan karena terjadinya abrasi atau erosi dan kondisi ini berujung terjadinya longsor apalagi ketika hujan turun. Selain itu dipesisir pantai ini sekitar jarak beberapa meter dari pantai terdapat perumahan milik masyarakat. Dengan jarak rumah yang tidak terlalu jauh ini bukan tidak mungkin beberapa tahun kedepan kemunduran garis pantai semakin dekat dengan perumahan milik masyarakat dan dapat membahayakan masyarakat setempat. Pesisir pantai Salobar banyak dimanfaatkan oleh masyarakat untuk berbagai fasilitas umum. Salah satunya adalah tempat pemakaman umum (TPU) masyarakat Negeri Soahoku. Awalnya salah satu pertimbangan pembuatan tempat pemakaman umum (TPU) dilokasi Pesisir pantai ini dikarenakan lahan tersebut masih kosong dan dianggap aman dari hantaman gelombang air laut karena memiliki jarak yang sedikit jauh dari garis pantai. Namun seiring berjalannya waktu garis pantai tersebut semakin mendekati daerah tempat pemakaman umum (TPU) dan dapat mengancam kedudukan tempat pemakaman masyarakat yang ada. Hal ini disebabkan karena

hantaman gelombang air laut. Karena itu untuk sementara masyarakat membangun bronjong untuk mengamankan kuburan-kuburan yang berada disekitar pantai tersebut. Dalam beberapa tahun terakhir pantai ini telah mengalami kemunduran garis pantai beberapa meter. Selain itu sekitar beberapa meter dari pantai salobar terdapat perkebunan tumbuhan jangka panjang yaitu tumbuhan jambu monyet. Perkebunan ini merupakan usaha milik penduduk disekitar pesisir pantai. Apabila masalah perubahan garis pantai ini tidak diberikan solusi atau alternatif penanggulangan maka bukan tidak mungkin daratan tempat perkebunan ini juga mengalami pengikisan akibat perubahan garis pantai.

Di era yang semakin maju dan berkembang ini kebutuhan masyarakat akan terus meningkat, baik masyarakat yang bertempat tinggal di pedesaan maupun masyarakat di perkotaan yang sama – sama mempunyai kebutuhan untuk melakukan pergerakan dari suatu tempat ke tempat lain, untuk menunjang kebutuhan/aktifitas tersebut adalah jalan raya. Jalan merupakan prasarana yang sangat berperan penting dalam arus lalu lintas, sehingga selama masa layanan jalan tersebut di usahakan menghindari masalah yang berhubungan dengan kerusakan jalan (Pradani, 2016). Prasarana jalan yang terbebani oleh volume lalu lintas yang tinggi dan berulang – ulang akan menyebabkan terjadinya penurunan kualitas jalan yang dapat diketahui dari kondisi permukaan jalan,

baik secara struktural maupun fungsional yang mengalami kerusakan (Pradani, 2016).

Provinsi Maluku merupakan daerah yang saat ini dalam tahap peningkatan infrastruktur, salah satunya di bidang jalan. Perencanaan Tebal Perkerasan yaitu salah satu tahapan dalam pekerjaan jalan dengan sasaran utama adalah memberikan pelayanan yang optimal kepada masyarakat pengguna jalan. Salah satunya yaitu pada Ruas Jalan Vila Indah-Passo, Kecamatan Baguala, Kota Ambon. Kondisi pada ruas jalan tersebut yaitu belum ada perkerasan dan terdapat jalan yang sudah ada lapis pondasi bawah dengan panjang kurang lebih 2 km, dan memiliki lebar rata-rata yaitu 3 m. Ruas Jalan Vila Indah-Passo juga termasuk dalam kategori status jalan Desa, dan memiliki fungsi yaitu jalan lingkungan.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1. Teori Pantai

Pantai secara umum diartikan sebagai batas antara wilayah yang bersifat daratan dengan wilayah yang bersifat lautan. Pantai merupakan daerah di tepi perairan yang dipengaruhi oleh air pasang tertinggi dan surut terendah. Daerah pantai sering juga disebut daerah pesisir atau wilayah pesisir. Daerah pantai atau pesisir adalah suatu daratan beserta perairannya dimana pada daerah tersebut masih dipengaruhi baik oleh aktivitas darat maupun oleh aktifitas kelautan (Feliks Sopamena 2019).

2.2. Angin

Hubungan antara angin diatas laut dan angin di atas daratan terdekat diberikan oleh:

$$R_L = U_w / U_L \dots \dots \dots (1)$$

Dimana:

U_w = Kecepatan angin di atas permukaan laut (m/s)

R_L = Nilai yang di peroleh dari grafik hubungan antara kecepatan angin di darat dan di laut

U_L = Kecepatan angin di atas daratan (m/s)

2.3. Tinggi dan Energi Gelombang

Untuk menentukan tinggi gelombang signifikan (H_s), Periode Gelombang (T_s), diperoleh dengan cara memasukan nilai *wind stress factor* (U_A), panjang *fetch* efektif (F_{eff}) kedalam persamaan :

$$U_A = 0,71 \cdot U^{1,23} \dots \dots \dots (2)$$

$$H_s = 5,112 \times 10^{-4} U_A F^{1/2} \text{ (m)} \dots \dots \dots (3)$$

$$T_s = 6,23 \times 10^{-2} (U_A F)^{1/2} \text{ (dtk)} \dots \dots \dots (4)$$

2.4. Fetch

Fetch rerata efektif di berikan dengan persamaan :

$$F_{eff} = \frac{\sum X_i \cos \alpha}{\sum \cos \alpha} \dots \dots \dots (5)$$

Dengan :

F_{eff} = *Fetch* rerata efektif

X_i = Panjang segmen *fetch* yang diukur dari titik

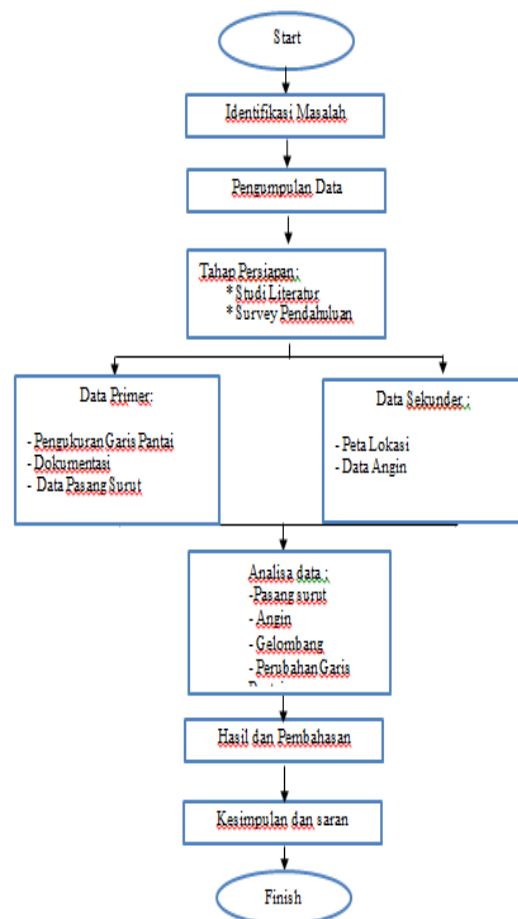
observasi gelombang ke ujung akhir *fetch*
 α = Deviasi pada kedua sisi dari arah angin, dengan menggunakan pertambahan 6° sampai sudut sebesar 42° pada kedua sisi dari arah angin.

2.5. Perubahan Garis Pantai

Proses perubahan garis pantai disebabkan oleh angin dan air yang bergerak dari suatu tempat ke tempat lain, mengikis tanah dan kemudian mengendapkannya di suatu tempat secara kontinu. Proses pergerakan gelombang datang pada pantai secara esensial berupa osilasi. Angin yang menuju ke pantai secara bersamaan gerak gelombang yang menuju pantai berpasir secara tidak langsung mengakibatkan pergesekan antara gelombang dan dasar laut, sehingga terjadi gelombang pecah dan membentuk turbulensi yang kemudian membawa material disekitar pantai termasuk yang mengakibatkan pengikisan pada daerah sekitar pantai (*erosi*).

3. METODE PENELITIAN

3.1. Alir Peneltia



Gambar 1 Bagan Alir Penelitian

3.2. Waktu dan Lokasi Penelitian

Waktu yang diperlukan untuk penelitian ini adalah 4 Bulan, dengan Lokasi penelitian di pantai Salobar yang terdapat di Negeri Soahoku Kecamatan Amahai Kabupaten Maluku Tengah. Penentuan lokasi ini dikarenakan kondisi kerusakan pantai sudah terlihat jelas.



Gambar 2 Peta Lokasi (Google Earth, 2020)

3.3. Teknik Analisa Data

Analisa Data yang dilakukan yaitu melakukan perhitungan berdasarkan pengukuran yang dilakukan di lapangan dengan proses analisa sebagai berikut :

1. Perhitungan pasang surut.
2. Pengolahan data angin yang diperoleh dari BMKG menjadi mawar angin dan dilanjutkan dengan perhitungan panjang fetch untuk mengetahui arah angin terbanyak dan terbesar pada lokasi penelitian
3. Perhitungan Gelombang .
4. Perhitungan perubahan garis pantai.
5. Menentukan jenis bangunan pantai yang digunakan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

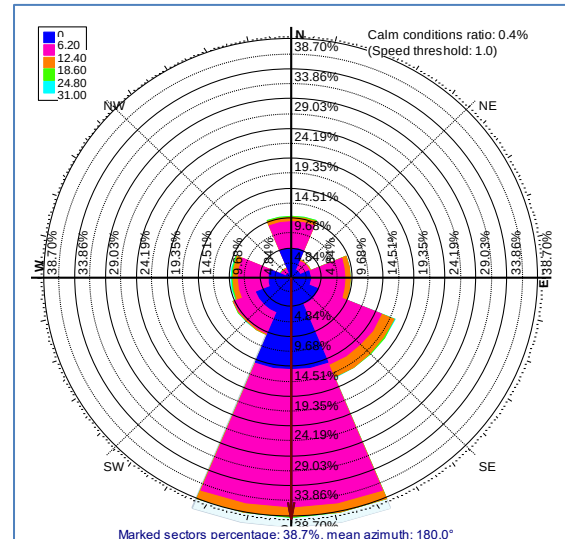
4.1. Analisa Pasang Surut

Dalam penelitian ini saya melakukan proses pengambilan data pasang surut pada lokasi penelitian yang berada di pantai Salobar Negeri Soahoku Kecamatan Amahai, Maluku Tengah. Setelah seminar proposal dilaksanakan pada tanggal 14 september 2020. Dilanjutkan dengan proses pengukuran data pasang surut yang berlangsung selama 15 hari, mulai dari tanggal 24 september sampai dengan 9 Oktober 2020. Berdasarkan pengukuran surut pada lokasi penelitian diperoleh beberapa elevasi muka air laut :

- | | |
|----------------------|--------|
| 1.Low Water Level | : 0.50 |
| 2.Middle Water Level | : 1.5 |
| 3.High Water Level | : 2.35 |

4.2. Analisa Angin

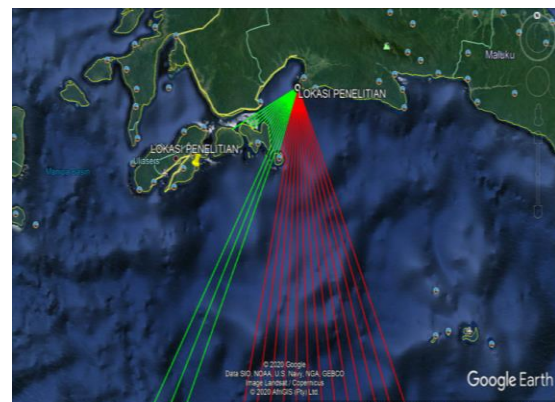
Data angin sangatlah penting dan digunakan dalam peramalan tinggi dan periode gelombang. Setelah dikonversi kedalam bentuk delapan penjuru mata angin, data ini harus diolah menjadi mawar angin. Guna mawar angin ini untuk melihat presentase arah mata angin yang paling dominan. Dari data angin yang telah diolah menjadi mawar angin dapat dilihat bahwa jumlah kejadian yang paling banyak adalah arah selatan dan diikuti oleh arah barat daya.



Gambar 3. Mawar Angin

4.3. Analisa Gelombang Oleh Angin

Panjang fetch merupakan jarak pengaruh hembusan angin yang dapat menimbulkan gelombang yang diukur mulai dari titik lokasi yang akan ditinjau sampai dengan daratan yang mengelilingi daerah pembangkit gelombang berdasarkan arah angin. Semakin panjang fetchnya ketinggian gelombangnya semakin besar.



Gambar 4. Proyeksi Garis Fetch (Google Earth)

4.4. Penentuan Tinggi Gelombang

Tabel 1. Perhitungan Penentuan Tinggi dan Periode Gelombang Signifikan Arah Selatan (Analisa Perhitungan, 2020)

No	U (knot)	U (m/det)	U_w	U_A	H_s (m)	T_s (det)
1	2	1.03	2.01	1.67	466208.08	5.48
2	4	2.06	3.67	3.51		7.00
3	6	3.09	5.19	5.38		8.06
4	8	4.12	6.46	7.04		8.81
5	10	5.15	7.64	8.66		9.43
6	12	6.18	8.64	10.07		9.91
7	14	7.21	9.46	11.26		10.28
8	16	8.24	10.34	12.57		10.66

Tabel 2. Perhitungan Penentuan Tinggi dan Periode Gelombang Signifikan Arah Barat Daya (Analisa Perhitungan, 2020)

No	U (knot)	U (m/det)	U_w	U_A	H_s (m)	T_s (det)
1	2	1.03	2.01	1.67	91043.5	3.20
2	4	2.06	3.67	3.51		4.08
3	6	3.09	5.19	5.38		4.70
4	8	4.12	6.46	7.04		5.14
5	10	5.15	7.64	8.66		5.50
6	12	6.18	8.64	10.07		5.78
7	14	7.21	9.46	11.26		6.00
8	16	8.24	10.34	12.57		6.22

4.5. Analisa Gelombang Pecah Dan Refraksi

Tabel 3. Hasil Perhitungan Analisa Refraksi Gelombang (Analisa Perhitungan, 2020)

Hasil Analisa Refraksi	Arah Selatan	Barat Daya
Tinggi gelombang Refraksi (H_0)	4.264	1.345
Tinggi gelombang Pecah (H_b)	4.904	1.546
Panjang gelombang (L_b)	0.560	0.539
Celerity gelombang Pecah (c_b)	5.967	3.350
Kedalaman gelombang Pecah (d_b)	1.144	1.144
Sudut Datang Gelombang	20°	65°

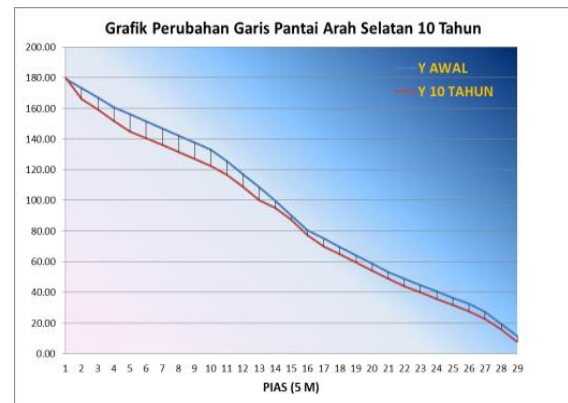
4.6. Analisa Perubahan Garis Pantai

Tabel 4. Hasil Perhitungan Perubahan Garis Pantai Tahun ke satu Arah Selatan (Analisa Perhitungan, 2020)

Pias	Y-AWAL	Tg ai	Tg ab	ab	Sin ab	Cos ab	Pl(t-m/dm)	Qs(m³/3th)	D Yi(m)
0	179.16	35.832	35.468	88.385	1.000	0.028	-0.8142	-0.6334	0.0067
1	173.07	-1.219	-1.583	-57.711	-0.845	0.534	13.0508	10.1535	-0.0621
2	166.97	-1.219	-1.583	-57.711	-0.845	0.534	13.0508	10.1535	-0.0621
3	160.88	-1.219	-1.582	-57.711	-0.845	0.534	13.0509	10.1536	-0.0621
4	155.98	-0.981	-1.345	-53.364	-0.802	0.597	13.8384	10.7663	-0.0660
5	151.42	-0.911	-1.275	-51.901	-0.787	0.617	14.0328	10.9175	-0.0672
6	146.86	-0.911	-1.275	-51.901	-0.787	0.617	14.0327	10.9175	-0.0672
7	142.31	-0.911	-1.275	-51.901	-0.787	0.617	14.0328	10.9175	-0.0672
8	137.75	-0.911	-1.275	-51.901	-0.787	0.617	14.0328	10.9175	-0.0672
9	133.19	-0.911	-1.275	-51.901	-0.787	0.617	14.0328	10.9175	-0.0672
10	125.71	-1.496	-1.860	-61.739	-0.881	0.473	12.0527	9.3770	-0.0581
11	117.04	-1.734	-2.098	-64.515	-0.903	0.430	11.2249	8.7330	-0.0550
12	108.37	-1.734	-2.098	-64.515	-0.903	0.430	11.2249	8.7330	-0.0550
13	99.57	-1.761	-2.125	-64.799	-0.905	0.426	11.1341	8.6624	-0.0546
14	89.95	-1.923	-2.287	-66.381	-0.916	0.401	10.6090	8.2538	-0.0527
15	80.45	-1.901	-2.265	-66.181	-0.915	0.404	10.6770	8.3067	-0.0530
16	74.99	-1.090	-1.454	-55.484	-0.824	0.567	13.4931	10.4976	-0.0642
17	69.54	-1.090	-1.454	-55.484	-0.824	0.567	13.4931	10.4976	-0.0642
18	64.09	-1.090	-1.454	-55.484	-0.824	0.567	13.4931	10.4976	-0.0642
19	58.64	-1.090	-1.454	-55.484	-0.824	0.567	13.4931	10.4976	-0.0642
20	53.19	-1.090	-1.454	-55.484	-0.824	0.567	13.4931	10.4976	-0.0642
21	48.77	-0.883	-1.247	-51.281	-0.780	0.625	14.1040	10.9729	-0.0677
22	44.68	-0.819	-1.183	-49.802	-0.764	0.645	14.2474	11.0845	-0.0689
23	40.58	-0.819	-1.183	-49.802	-0.764	0.645	14.2474	11.0845	-0.0689
24	36.48	-0.819	-1.183	-49.802	-0.764	0.645	14.2474	11.0845	-0.0689
25	32.39	-0.819	-1.183	-49.802	-0.764	0.645	14.2474	11.0845	-0.0689
26	27.03	-1.071	-1.435	-55.133	-0.820	0.572	13.5553	10.5461	-0.0645
27	19.30	-1.546	-1.909	-62.359	-0.886	0.464	11.8774	9.2406	-0.0574
28	11.57	-1.546	-1.909	-62.359	-0.886	0.464	11.8774	9.2406	-0.0574

a. Perubahan Garis Pantai Arah Selatan

Bedasarkan hasil analisa perubahan garis pantai pada lokasi penelitian diperoleh kemunduran garis pantai dalam jangka waktu 10 tahun sebesar -11.31 m pada pias ke 4. Berikut ini adalah gambar grafik perubahan garis pantai:

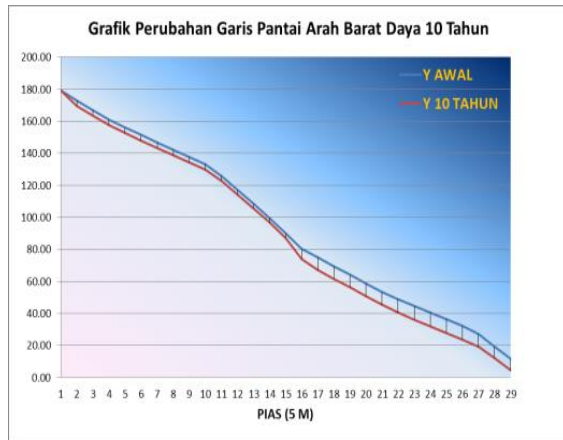


Gambar 5. Grafik Perubahan Garis Pantai Arah Selatan (Analisa Perhitungan, 2020)

b. Perubahan Garis Pantai Arah Barat Daya

Bedasarkan hasil analisa perubahan garis pantai pada lokasi penelitian diperoleh kemunduran garis pantai dalam jangka waktu 10 tahun sebesar -8.57 m pada pias

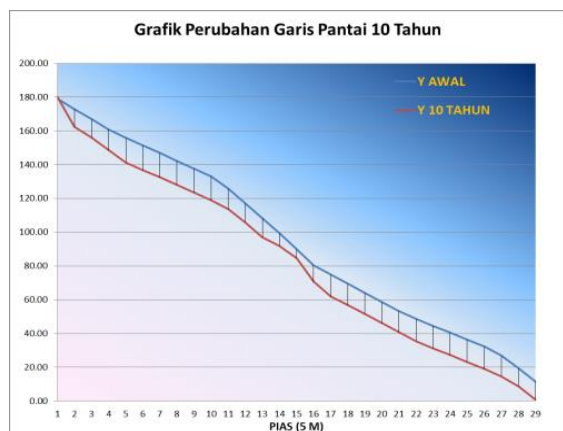
ke 23, 24, dan 25. Berikut ini adalah gambar grafik perubahan garis pantai :



Gambar 6. Grafik Perubahan Garis Pantai Arah Barat Daya (Analisa Perhitungan, 2020)

c. Perubahan Garis Pantai Sepuluh Tahun

Berdasarkan hasil analisa perubahan garis pantai pada lokasi penelitian diperoleh kemunduran garis pantai dalam jangka waktu 10 tahun sebesar -14.76 m pada pias ke 4. Berikut ini adalah gambar grafik perubahan garis pantai:



Gambar 7. Grafik Perubahan Garis Pantai Dalam 10 Tahun (Analisa Perhitungan, 2020)

4.7. Alternatif Penanggulangan

Perubahan garis pantai yang terjadi pada pantai Salobar dapat memberikan dampak yang besar pada daerah pantai. Diantaranya dapat merusak kawasan pemukiman, kawasan perkebunan dan fasilitas umum milik masyarakat seperti tempat pemakaman umum. Maka dari itu sebagai solusi untuk menanggulangi masalah tersebut diperlukan bangunan pelindung pantai. Dilihat dari kondisi pantai Salobar ini, maka untuk menanggulangi masalah ini, bangunan pantai yang dipilih diharapkan dapat melindungi pantai dari

terjangan gelombang, dan melindungi daratan yang berada didekat pantai. Dalam menentukan bangunan pelindung pantai salah satu faktor yang diperlukan adalah analisa pasang surut untuk mengetahui elevasi muka air. Berdasarkan hasil analisa pasang surut, pantai ini mengalami muka air pasang yang paling tinggi yaitu 2.35 meter, maka air rata-rata 1.5 meter, dan maka air surut 0.5 meter. Selain itu salah satu prosedur untuk penentuan bangunan pelindung pantai adalah keadaan gelombang (tinggi gelombang, arah gelombang, periode gelombang) dan besar angin yang bertiup (arah datangnya angin ke pantai). Dari hasil analisa arah angin yang paling dominan untuk pantai salobar adalah arah selatan dan barat daya. Dengan tinggi gelombang pecah yang paling besar adalah 4.09 meter dan kecepatan gelombang 5.967 m/s untuk arah selatan. Dari sisi analisa energi gelombang, untuk arah yang paling dominan yaitu arah selatan, pantai ini mendapat energi gelombang sebesar 3420.75 N. Maka dapat disimpulkan bahwa pantai salobar mengalami gelombang yang cukup besar dan akan menjadi masalah yang serius jika tidak diberikan penanggulangan. Berdasarkan hasil analisa ini diperlukan bangunan pelindung pantai yang dapat melindungi pantai khususnya daratan yang berada di dekat pantai. Dari berbagai jenis bangunan pelindung pantai jika dipertimbangkan dari berbagai sisi dan masalah yang ada pada pantai Salobar maka bangunan pelindung pantai yang tepat adalah Seawall. Seawall adalah struktur vertikal yang cenderung akan melindungi pantai terhadap perubahan garis pantai dan erosi akibat gelombang laut. Tujuannya untuk melindungi dari erosi dan kerusakan lain yang disebabkan oleh hambatan gelombang. Seawall biasanya digunakan untuk melindungi pantai terhadap gelombang yang cukup besar karena bangunan ini merupakan struktur perlindungan pantai yang diletakkan sejajar garis pantai yang berfungsi menahan gelombang penuh dan sebagai penahan timbunan tanah. Melihat kondisi pantai ini yang bagian daratannya terkikis oleh gelombang maka seawall dianggap paling tepat untuk melindungi pantai ini. Hal ini dimaksudkan agar dapat menahan energi gelombang dan mencegah terjadinya limpasan gelombang.

Selanjutnya untuk menjaga agar bangunan pelindung seawall tetap aman, bangunan ini harus ditambah dengan batu alam yang diletakkan dibawah seawall. Tujuan ditambah batu alam agar dapat melindungi bangunan dari hantaman gelombang secara langsung. Atau dengan kata lain energi gelombang akan diredam terlebih dahulu oleh batu alam sehingga seawall tidak cepat mengalami kerusakan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa perhitungan pada penelitian ini, maka kesimpulan yang dapat diambil adalah :

1. Besar gelombang pecah yang terjadi pada Pantai Salobar Akibat Gelombang di Negeri Soahoku Kecamatan Amahai Maluku Tengah adalah tinggi gelombang pecah arah selatan (H_b) = 4.09 m, arah barat daya (H_b) = 1.546 m, panjang gelombang arah selatan (L_b) = 0.560 m, panjang gelombang arah barat daya (L_b) = 0.539 m dan kedalaman gelombang pecah arah selatan (db) = 3.629 m, untuk arah barat daya (db) = 1.144
2. Perubahan garis pantai yang terjadi pada pantai Salobar dalam 10 Tahun menyebabkan erosi sebesar -14.76 m pada pias ke 4.
3. Bangunan pantai yang digunakan untuk mengatasi masalah kerusakan garis pantai di Negeri Soahoku kecamatan Amahai kabupaten Maluku Tengah adalah bangunan Seawall ditambah dengan batu alam.

5.2. Saran

Berikut adalah saran yang dapat dilakukan untuk menjadikan penelitian selanjutnya menjadi lebih baik:

1. Dari hasil penelitian ini, sekiranya dapat menjadi informasi dan data kepada masyarakat Negeri Soahoku untuk lebih memperhatikan dampak yang terjadi kedepannya.
2. Dari hasil penelitian ini penulis menyarankan kepada Pemerintah Negeri Soahoku, Pemerintah Kabupaten Maluku Tengah, maupun instansi dan dinas-dinas terkait untuk lebih memperhatikan kondisi pantai Salobar Negeri Soahoku ini agar tidak menyebabkan dampak yang lebih besar dan merugikan masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung, I. Gusti, and Putu Eryani. n.d. "Karakteristik Dan Metode Penataan Pantai Lovina Buleleng Berbasis Lingkungan Pariwisata."
- Christina, Joseph. 1984. "Studi Perubahan Garis Pantai Selatan Teluk Ambon Luar Dengan Metode Komar Dan Bikjer." (0911).
- Feliks Sopamena, Christina Joseph. 2019. "Studi Penanggulangan Kerusakan Daerah Pesisir Pantai Di Negeri Kamal Kecamatan Kairatu Barat Kabupaten Seram Bagian Barat." 5(1):28–36.
- Luhwahyudin, Muhamad. 2012. "Analisa Perubahan Garis Pantai Tegal Dengan Menggunakan Empirical Orthogonal Function (EOF)." 1.
- Suharyo, Okol Sri, Zainul Hidayah, Program Studi, Ilmu Kelautan, and Universitas Trunojoyo. 2019. "Pemanfaatan Citra Satelit Resolusi

Tinggi Untuk Identifikasi Perubahan Garis Pantai Pesisir Utara Surabaya." 12(1):89–96.

Triatmodjo, Bambang. 2012. "PERENCANAAN BANGUNAN PANTAI."

Triatmodjo, Bambang. 2016. "TEKNIK PANTAI."